

Partial Translation of
JP 64(1989)-42683 A

Publication Date : February 14, 1989
5 Application No. : 62(1987)-198030
Filing Date : August 10, 1987
Inventor: Kensuke Ito et al.
Applicant : FUJI XEROX CO., LTD
Applicant : XEROX CORPORATION
10 Title of the Invention : PARTICLE ROTATION TYPE DISPLAY

Translation of Column 27, lines 11- 20, and Column 28, lines 1-9

The rotatable particles 1 for display are provided with two or more different colored sections on their surface. In general, the rotatable particle
15 may be divided into two sections, i.e., hemispheres, each of two sections being different in tint and/or lightness and/or chroma. In this case, naturally, there is an upper limit and a lower limit on the area of each of the two different colored sections in terms of the display quality and the degree of easy-to-see as display devices. Ideally and especially in the case of the
20 rotatable particle being a sphere, the particle should be divided so that the area and shape of the two sections should be identical, i.e., the perfect hemisphere. However, such division by color is extremely difficult in reality. When dividing a sphere into hemispheres by color and the sphere is rotated as shown in FIG. 9, there is a case where the viewer can see only one color 15,
25 and not the other color. In this case, there is the degree of freedom in the area of each section to be divided by color, and there exists a section 16 allowed to have either color.

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-42683

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和64年(1989)2月14日

G 09 F 9/00
G 02 F 1/096422-5C
A-8106-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 粒子回転型ディスプレイ

⑯ 特 願 昭62-198030

⑰ 出 願 昭62(1987)8月10日

⑱ 発 明 者 伊 藤 健 介 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社
海老名事業所内⑲ 発 明 者 寺 尾 和 男 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社
海老名事業所内⑳ 出 願 人 富士ゼロックス株式会 東京都港区赤坂3丁目3番5号
社㉑ 出 願 人 ゼロックス・コーポレ アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ロチェスター、ゼロッ
ーション クス・スクエアー(番地なし)㉒ 代 理 人 弁理士 大家 邦久
最終頁に続く

明 細 書

1 発明の名称

粒 子 回 転 型 デ ィ ス プ レ イ

2 特許請求の範囲

1. 粒子表面が色の異なる2つ以上の領域を持ち、かつ帯電特性の異なる2つ以上の領域を持つ様に調整されてなる表示用回転粒子が光学的に透明な基体中に該表示用回転粒子の回りに空隙を持って分散してなり、該空隙が誘導性液体で満たされている表示用回転粒子分散パネルに電場を印加する事によって、電場を印加された領域の該表示用回転粒子が回転し、該表示用回転粒子が光学的に非対称性を持つ為に文字や画等を表示出来る粒子回転型ディスプレイにおいて、該表示用回転粒子の主たる材料としてワックス状物質を用いることを特徴とする該粒子回転型ディスプレイ。

2. 該表示用回転粒子の主たる材料が、分子量50000以下、比重0.70~1.20のワックス状物質である特許請求の範囲第1項記載の粒子回転型デ

スプレイ。

3. 該表示用回転粒子は、ワードルの実用球形度 ΨW が

$$0.7 \leq \Psi W \leq 1.0$$

の範囲にある実質的に球形の粒子である特許請求の範囲第1項記載の粒子回転型ディスプレイ。

4. 該表示用回転粒子の粒子径が、5~3000 μm である特許請求の範囲第1項記載の粒子回転型ディスプレイ。

5. 該表示用回転粒子の投影像に外接する最小円の直径を a 、該表示用回転粒子を収納する該空隙の投影像に内接する最大の円の直径を b としたとき、 a と b が次式

$$a < b \leq 4a$$

で示される関係にある特許請求の範囲第1項記載の粒子回転型ディスプレイ。

6. 該空隙を満たす該誘電性液体が、光学的に透明であり、比重0.70~1.20、動粘性率0.65~1000000cStである特許請求の範囲第1項記載の粒子回転型ディスプレイ。

7. 該表示用回転粒子表面は2領域、すなわち半球に分割され、それぞれの領域はそれぞれ異なる色相及び／あるいは明度及び／あるいは彩度に調整される事で光学的コントラストがつけられ、かつ2領域の面積A、Bの比 A/B が

$$0.1 \leq A/B \leq 10$$

である特許請求の範囲第1項記載の粒子回転型ディスプレイ。

8. 該表示用回転粒子は、ワックス状物質及び染料及び顔料等から成り、かつ該表示用回転粒子表面は2領域A、Bに分割され、領域Aは染料、領域Bは顔料によってそれぞれ異なる色に色分けされてなる特許請求の範囲第7項記載の粒子回転型ディスプレイ。

9. 該表示用回転粒子表面は、該誘電性液体中において帯電特性の異なる2領域を持ち、この帯電特性の非対称の為に電場によって該表示用回転粒子の回転等の運動が引き起こされることを特徴とする特許請求の範囲第7項記載の粒子回転型ディスプレイ。

10. 該表示用回転粒子は、ワックス状物質及び色相及び／あるいは明度及び／あるいは彩度の異なる2種類の顔料あるいは2種類の染料からなり、かつ該表示用回転粒子表面は2領域に分割され、それぞれの領域はそれぞれ異なる顔料あるいは染料によって異なる色に色分けされてなる特許請求の範囲第7項記載の粒子回転型ディスプレイ。

11. ワックス状物質を溶融状態に保持している間に重力及び／あるいは電気的な力及び／あるいは磁力及び／あるいは遠心力によって染料あるいは顔料粒子を該表示用回転粒子表面あるいは表面近傍のある限られた領域に分散させる方法により該表示用回転粒子が色分けされることを特徴とする特許請求の範囲第8項記載の粒子回転型ディスプレイ。

12. 2種類の顔料あるいは染料が重力及び／あるいは電気的な力及び／あるいは磁力及び／あるいは遠心力によって効果的に分離できる異なる物性を持つことを特徴とする特許請求の範囲第10項記載の粒子回転型ディスプレイ。

- 3 -

3 発明の詳細な説明 産業上の利用分野

本発明は色分けされた粒子を電界によって回転あるいは停止する制御を行なう事により、キャラクタ、グラフィック、ビデオ等の画像情報を表示する受光型フラットパネル形電子ディスプレイデバイスに関するものである。

発明の背景

情報処理産業のマン・マシンインターフェースとしての電子ディスプレイデバイスとしてCRT (Cathode Ray Tube: 陰極線管) ディスプレイは最も歴史のある方式であり、その表示品質、経済性の良さから現在でもディスプレイデバイスの主流となっている。しかし、近年半導体技術の急速な進歩による各種電子装置の小型化に伴ってディスプレイデバイスに対しても、小型、軽量、低駆動電圧、低消費電力のフラットパネル化の要求が強くなってきている。

現在実用化あるいは研究開発されているフラットパネル形電子ディスプレイデバイスは、発光型

- 4 -

としては、PDP (Plasma Display Panel; プラズマディスプレイ)、ELD (Electroluminescent Display; エレクトロルミネセントディスプレイ)、VFD (Vacuum Fluorescent Display; 蛍光表示管)、LED (Light Emitting Diode; 発光ダイオード) あるいは平板形CRT等があり、受光型ではLCD (Liquid Crystal Display; 液晶ディスプレイ)、ECD (Electrochemical Display; エレクトロケミカルディスプレイ)、EPID (Electrophoretic Image Display; 電気液動ディスプレイ)、SPD (Suspended Particle Display; 分散粒子配向形ディスプレイ)、MPD (Magnetic Particle Display; 磁気粒子回転形ディスプレイ) 等、非常に多くの種類がある。

テレビ受像機以外の情報産業の分野で、最も電子ディスプレイ、とりわけフラットパネルディスプレイ技術の発展が望まれる分野は、コンピューターを中心とする情報処理産業の分野である。この分野、中でもOA産業においては、その情報の大半は数字やキャラクタ、及びグラフィックであ

- 5 -

-728-

- 6 -

る。本発明者等は長期に渡り、これら数字、キャラクタ、グラフィックの情報表示メディアとして、印刷物という手段に慣れ親しんできた。従って、とりわけこの分野においては印刷物の様に目になじみ易く、また外光によって見にくくなったり、ちらつき等による目の疲労の無いディスプレイデバイスは非常に魅力のあるものである。その点においてはCRTを始めとする発光型ディスプレイは不利であろう。また、発光型ディスプレイデバイスは一般にECDを除く受光型ディスプレイデバイスに比べ消費電流が大きいという欠点を有する。また発光型ディスプレイでは、発光体のちらつきや電磁波（例えばCRTにおけるマイクロ波）の人体への影響について、特にCRT以外の新しい方式については未知の部分も多い。

一方受光型ディスプレイデバイスの内、LCDは低消費電力、低コストという特徴があり、CRTに次ぐシェアを持っている。しかしこの方式は表示コントラストが視る方向に依存し視野が制約されるという問題や、低温度での応答性が悪い等

の問題がある。更に印刷の様に白地を背景とするくっきりとした表示とはほど遠い状況にある。

非発光型表示のもう一つの代表であるECDは、近年、十分な表示コントラストの得られる材料の発見により、通常の光源下で印刷物同様に目になじみ易い、外光の影響のない表示品質を有する様になった。また、電気化学的酸化還元反応を利用する本方式は、LCDと異なり電源を切ってもメモリ性を有する。更に、素子構造が簡単で大面積化が容易であり、使用温度範囲も広い。しかしながら本方式は電気化学的反応を用いる為応答性には限界があり（0.1 s）、動画あるいは速い表示には適さない。また、着色消去反応を可逆的に行なう事は消費電力の増大をまねくばかりではなく材料の長期的安定性を保つことを困難にしている。

近年、受光型ディスプレイデバイス的一种として電気泳動現象を利用する方法（EPID）の発表がなされた。微粒子分散液体では、固液界面での電荷の授受により電気二重層が形成され、粒子は正または負に帯電する。この様な分散系に電圧

- 7 -

を印加すると、粒子は電解に応じ泳動する。着色分散媒を背景（あるいは表示部）としてこの原理を応用した本方式は表示の見易さ、メモリ性、低電力、低コスト、大面積化の容易性に優れている。

しかし本方式は分散媒の染料が粒子や電極表面に吸収されコントラストや表示機能の低下をまねくという問題や長期の間には粒子が沈澱、凝集するという問題がある。更に粒子は電極間というある距離を移動しなければならず応答性限度が低い。また、この様な分散系をDC電場で用いる場合、材料の電気化学的変化も無視しえない。

最近、受光型ディスプレイとして、もう一つの興味ある発表が行なわれた。MPD（Magnetic Particle Display; 磁気粒子回転形ディスプレイ）と称される方法であり、半球ずつ色分けされた磁化球状粒子を表示媒体として用いる方法である。透明シートに色分けされた磁気粒子を敷きつめ、粒子を磁気力で回転制御して画像を形成する。当初は粒子を集合体として用いていたが、この方法だと粒子は回転運動だけでなく、表示面方向への

- 8 -

運動や、粒子同士の凝集等が生じ良好な表示が得られなかったため、個々の粒子をマイクロカプセル化する方法が採られた。MPDは視角、コントラストとも良く、大面積化も容易であるが、磁気粒子に対するアドレス法、メモリ性、閾値特性、製造性等に問題がある。

発明の目的

本発明の目的は、印刷物並の表示品質をもつ電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

本発明の他の目的は、平板あるいは薄膜状の電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

本発明の他の目的は、電源を切っても表示情報が保存されるメモリ性のある電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

本発明の他の目的は、安価な電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

本発明の他の目的は、大面積化の容易な電子ディスプレイデバイスの構成を提供することにある。

本発明のまた他の目的は、応答性の良い粒子回転型ディスプレイを提供することにある。

- 9 -

- 729 -

- 10 -

本発明の別の目的は、偏光板を要せずにカラー表示の出来る電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

本発明の他の目的は、動作寿命の長い電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

本発明の更に別の目的は、製造性に優れた電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

本発明の更にまた他の目的は、消費電力の小さな電子ディスプレイデバイスを提供することにある。

発明の概略

本発明は、第1図乃至第3図に示す様に、特に光学的に透明な基体2中に、表面が色の異なる2つ以上の領域を持つ様に調整された表示用回転粒子1が誘電性液体4で満たされた球状等の空間3で、自由に回転、その他の運動が出来る様な状態に分散されてなり、かつその表示用回転粒子1の運動を主に電界によって制御する構成のフラットパネル形電子ディスプレイデバイスに関するものである。

- 11 -

子1は、これら粒子の動きを妨げない様な空隙3を持って基体2中に分散される。空隙3は、例えば表示用回転粒子1より大きな球状空間によって作られ、さらにこの空隙3は誘電性液体4で満たされる。表示用回転粒子1の回転、その他の運動及び停止には、表示用回転粒子1の帯電特性や空隙3の大きさ、形状ばかりでなく、表示用回転粒子1の形状、大きさ、比重等が大きく影響する。加えて、誘電性液体4の比重、動粘性率等も表示用回転粒子1の運動に影響する。

また、表示用回転粒子1及び誘電性液体4は少なくとも本発明の粒子回転型ディスプレイの使用環境下において、それぞれ化学的に安定であり、かつ表示用回転粒子1の溶解等の相互作用が無い、あるいは無視し得るほど小さい材料によって構成される。

前記の表示用回転粒子1が空隙3を持って分散してなる表示用回転粒子分散パネル5は、例えば次に示す様な製造方法によって提供される。もちろん本発明の製造法は下記の製造法に限られるも

先に記した様に液体中の粒子は、粒子と液体の間で電荷の授受が行なわれ電気二重層が形成され、粒子は正または負に帯電する。表示用回転粒子1はその表面が少なくとも2つ以上の色の異なる領域を持つとともに液体中での帯電特性が異なる2つ以上の領域を持つ様に調整されている。上記特性を持つ最も簡単な表示用回転粒子1は、例えば粒子表面をその両半球表面が異なる色を示す様に異なる物質で構成した場合である。両半球が異なる物質で構成されることで、液体中での粒子の表面電荷量も両半球で異なり、粒子は液体中でその極方向にモーメントを有する。この様な粒子に電場を印加すると粒子にはその極方向を電解方向にそろえようとするトルクが働き、粒子はいずれかの半球面を一方方向にそろえる。電界の方向を逆転すれば粒子は反転し、表示の反射色が変化する。

各表示用回転粒子1は、前記の様に電界に従って自由に回転等の運動が出来る様な状態に、板状あるいは薄膜状の光学的に透明な基体2中に分散されなければならない。その為、各表示用回転粒

- 12 -

のではない。

まず、少なくとも表面が半球ずつ顔料等で2色に色分けされたワックス状物質を主成分とする粒子、すなわち表示用回転粒子1を準備する。この表示用回転粒子の形状は、例えば球状である。表示用回転粒子1の液体中での帯電性能を制御するため、あるいはその他の目的でワックス状物質、顔料、染料等以外に他の材料を加えても良い。尚、2色に色分けされた領域の面積の比は、ディスプレイデバイスとして構成したときのキャラクタやグラフィックやビデオ等の表示の見やすさに大きく影響する。

次に表示用回転粒子1は架橋反応前のシリコーンゴム(液状)とよく混合、分散される。この分散系を板状あるいは膜状に延ばし、その後シリコーンゴムを架橋反応させる。架橋反応は、表示用回転粒子1に影響を与えない環境下で進むことが好ましく、例えば室温加硫(RTV)あるいは低温加硫(LTV)等が扱い易い。この様にして作られた表示用回転粒子分散シリコーンゴムでは、

- 13 -

- 14 -

表示用回転粒子1の回りには空隙が無い。

次いで、表示用回転粒子分散シリコンゴムの板は誘電性液体の中に浸けられ適切な時間放置される。シリコンゴム分子中には、誘電性液体4の分子が浸入し、シリコンゴムは膨潤し、一方表示用回転粒子1は誘電性液体4に不溶であるか、あるいは表示用回転粒子1への誘電性液体4の吸収が極めて遅いため、表示用回転粒子1の回りには空隙3が生じ、かつこの空隙3は誘電性液体4で満たされる。

表示用回転粒子分散パネル5は、例えば上記方法によって作成されるが、光学的に透明な基体2の機械的加工等、別の方法によって予め空隙3を作り、表示用回転粒子1及び誘電性液体4を空隙3に封入する等の方法によっても入手出来る。また、光学的に透明な基体2は、エラストマーである必要は無く、例えばポリエチレンや、ポリスチレン、プレキシガラス等の硬質の樹脂、あるいはケイ酸塩ガラス等であっても良い。

表示用回転粒子分散パネル5に、表示用回転粒

子1を駆動するための電場を印加する手段、例えば光学的に透明な電極8等が付与されて、ディスプレイデバイスが構成される。なお、表示用回転粒子分散パネル5は単層で用いても複層で用いても良い。

本発明の粒子回転型ディスプレイはEPIDと異なり、単に表示用回転粒子1が回転するだけで像を表示する事が出来るため応答性に優れる。また、本発明の粒子回転型ディスプレイは、磁力に比べ取り扱いの簡単な静電的アドレスが出来る。更に前記した表示用回転粒子1の基体2中への封入方法はMPDに比べはるかに簡単である。

本発明の構成

本発明の構成をより詳細に説明する。

本発明の粒子回転型ディスプレイは第1図乃至第3図で先に説明した様にエラストマー、硬質樹脂、ガラス等の光学的に透明な基体2中に表面の色及び液体中での帯電特性を制御したワックス状物質を主成分とする表示用回転粒子1をその回りに誘電性液体4で満たされた空隙3を保つように

- 15 -

分散されてなる表示用回転粒子分散パネル5が表示用回転粒子1の運動を制御するための電界を印加する手段、例えば光学的に透明な2枚の電極8によって挟まれた構造をしている。

表示用回転粒子1はその表面が2領域以上に分割され、それぞれ異なる色相及び／あるいは明度及び／あるいは彩度に調整される事で光学的コントラストがつけられており、さらに表示用回転粒子1表面は、帯電特性の異なる2つ以上の領域を持つ様に調整されている。

表示用回転粒子1の主たる材料は、ポリスチレン、ポリエチレン等の樹脂や、ガラス等でも良いが、分子量50000以下のワックス状物質が特に扱い易い。表示用回転粒子1の主成分としては、製造性の上からその形状の制御、色分け、帯電性制御の容易な物質が望ましく、また粒子の回転、停止等の運動の制御の上から帯電制御性、形状の大きさの制御の容易さに加え、比重も重要である。更に化学的に安定であり、特に本発明で使用される誘電性液体に不溶あるいは無視し得るなど相互

- 17 -

- 16 -

作用の小さな物質でなければならない。このような物質としては分子量50000以下、比重0.70~1.20であるワックス状物質が適切である。すなわち、その様なワックス状物質とはステアリン酸、パルミチン酸、ミリスチン酸、ラウリン酸等の高級脂肪酸類、ステアリン酸アルミニウム、ステアリン酸カリウム、パルミチン酸亜鉛等の高級脂肪酸金属塩類、水添ヒマシ油、ココア脂、メチルヒドロキシステアレート、グリセロールモノヒドロキシステアレート等の高級脂肪酸の誘導体類、木ロウ、密ロウ、カルナバワックス、マイクロクリスタリンワックス、パラフィンワックス等のワックス類、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-酢酸ビニル共重合体、エチレン-ビニルアルキルエーテル等の低分子量のオレフィン重合体及び共重合体等である。

表示用回転粒子1は、電界の印加、電界方向の逆転に追従して回転等の運動が速やかに行なわれなければならない。このような運動にとって最も重要な特性は、粒子の帯電特性である。固/液相に

-731-

- 18 -

において、固体の表面電位を知るには、よく知られている様に電気浸透、流動電位、電気泳動、沈降電位等の界面動電現象を利用する方法がある。この様な方法によりゼータ電位を求めて材料選択を行なう事は非常に有効な方法ではあるが、本発明者等はより直接的かつ簡易な方法として第4図及び第5図に示す装置を使った方法を採用した。すなわち、第4図に示す様に本発明で使用する誘電性液体4に各種材料の粒子13を分散し電極11によって電界を印加し、各種材料粒子13の電気泳動を見るという方法である。更に第5図は表示用回転粒子1の回転性及びその他の運動を観察する装置である。第5図の装置によって選択された材料、すなわち、表示用回転粒子1の大部分を構成する材料及び着色剤、その他の材料を組み合わせ表示用回転粒子1とし、これを誘電性液体4の満たされた穴9に入れ電極6によって電界を印加し、表示用回転粒子1の回転等の運動を観察する。ワックス状物質は、染料及び／あるいは帯電制御剤及び／あるいはその他材料との複合

材料としたときの主成分として製造性に優れ、化学的に安定であるばかりでなく、第4図に示す装置によるワックス状物質粒子の泳動観察でも、優れた特性を示した。材料によっては電極間での運動が緩慢あるいは止まったままであったり電極間で往復運動する等の動きが観察される。帯電制御を表示用回転粒子1の主成分以外の材料で行なう場合には上記の電極11間での粒子の泳動特性はそれほど重要ではないが、主成分が表示用回転粒子1表面の一部にでも露出する構造では重要である。

また、表示用回転粒子1の主成分の比重は表示用回転粒子1の回転等の運動に影響する。特に、表示用回転粒子1の比重と帯電性液体4の比重との差は0.5以内である事が望ましい。表示用回転粒子1の比重と誘電性液体4の比重との差が0.5よりも大きいと表示用回転粒子1は空隙3の内壁へ浮力あるいは重力によって圧接され表示用回転粒子1の運動が著しく阻害される。更に、表示用回転粒子1の質量が大きいと、回転等の運動に要

- 19 -

するエネルギーが大きくなり、印加電圧を高くする必要がある。その為、表示用回転粒子1の粒径が300 μm 以上では表示用回転粒子1の比重は1.4以下が望ましく、表示用回転粒子1の主成分材料の比重は1.2以下であることが望ましい。以上から実用的材料という事を考慮して、表示用回転粒子1の主たる材料としては、その比重が0.70~1.20、一方誘電性液体4としては、その比重が0.70~1.20である物質が望まれる。

誘電性液体4は化学的に安定であり、表示用回転粒子1と不溶あるいは無視し得る程相互作用の小さな物質であるとともに光学的に透明であり、かつ前記の比重範囲の物質である事が望ましい。加えて表示用回転粒子1の運動には、誘電性液体4の粘度が大きく影響するため動粘性率0.65~1000000cSt(室温下)の範囲、特に0.90~5000cStの範囲の誘電性液体4が望ましい。動粘性率が1000000cSt以上では表示用回転粒子1の運動が著しく阻害され、場合によっては電界強度に係りなく全く動かなくなってしまう。

- 21 -

- 20 -

表示用回転粒子1の形状、大きさも、先に記した様にその運動性能及びディスプレイデバイスとしたときの画像表示性能に大きく関与する。

表示用回転粒子1の形状は、回転によって異なる色を表示出来る形状であればどの様な形状でも良い。しかし、球状以外の表示用回転粒子1の形状では粒子表面の凸部あるいは凹部と空隙3の内壁との干渉によって表示用回転粒子1の回転運動が妨げられ応答速度が遅くなったり、十分回転せず表示品質が悪くなったりする事がある。特にクーロン力、浮力、重力等が大きな場合、異形粒子では粒子表面と空隙3の内壁と接する部分の圧力が回転その他の運動とともに大きく変動し、表示用回転粒子1の回転が著しく阻害され、場合によっては回転途中で停止してしまう。

更に、粒子表面のある領域がある色に調整されるとともにある帯電能を持つ様に調整される場合、とりわけ粒子表面を2色に着色あるいは調整するとともに各着色剤で帯電性能も制御する場合には、着色(あるいは調整された色)の面積は、粒子の

- 732 -

- 22 -

帯電性能と密接な関係を持ち、帯電性能は粒子回転と密接な関係を持つ為粒子の形状は極めて重要である。すなわち、色面積で粒子の帯電性能が制御されてしまうと、粒子の回転の運動性つまり帯電性能と反転したときの反転色の認識性、つまり別の色の色面積の大きさの両者の要求を満たす事が、球形でない異形粒子では困難になってしまう。また表示品質の上からディスプレイデバイスの表示素子、すなわち表示用回転粒子1の形状は、すべて同じ形状である事が望ましいが、球状以外の形状で同一形状の粒子を多量に得る事は困難である。更に先に記した様に、表示用回転粒子分散パネル5の作製時の膨潤によって空隙3を得る方法を探る場合には、空隙3形状の上から表示用回転粒子1は球形である事が望ましい。

以上の事を考慮し、鋭意検討した結果、表示用回転粒子は、ワデル(Wadell)の実用球形度 Ψ_w が0.7以上、1.0以下の範囲にある様な実質的に球形の粒子である場合に、極めて応答性が良くかつ表示品質、製造性に優れた粒子回転型ディ

- 23 -

てはならない。表示用回転粒子1を収納する空間3が十分に大きければ表示用回転粒子1の運動は妨げられる事は無いがメモリ性能が悪化する傾向がある。本発明の粒子回転型ディスプレイでは、電界を取り除いた状態では表示用回転粒子1は、通常空隙3の内壁に接触して停止する。表示用回転粒子1と誘電性液体4の比重が近い場合等、表示用回転粒子1と空隙3内壁との接触圧が近いと比較的小さな力で表示用回転粒子1は動いてしまい、自由に運動できる空間が広い場合にはメモリ性を失ってしまう。あるいは電源を切ってから表示用回転粒子1が空隙3中で安定な位置に移動する間に慣性等により表示用回転粒子1が回転し、メモリ性を失う場合がある。第6図にこの様にメモリ性が失われる一例を示す。当然の事ながら、メモリ性能には、表示用回転粒子1の帯電性能、形状、比重、大きさ、あるいは誘電性液体4の比重、粘度等多くの要因が絡むが、空隙3の大きさのある範囲に限定する事で、十分なメモリ性を持たせる事が可能である。すなわち、表示用回

- 25 -

スプレイを得られる事が明らかとなった。

表示用回転粒子1の大きさも、ディスプレイデバイスとした時の表示品質や表示の見やすさに大きく影響する。表示用回転粒子1の粒径はその様な観点からは小さい方が望ましい。更に、表示用回転粒子1の粒径が大きいと表示用回転粒子分散パネル5が厚くなり、必要とする印加電圧が大きくなる。しかし、粒径が $5\mu\text{m}$ よりも小さくなると、表示用回転粒子1の色調整、帯電性能制御等や、基体2への均一分散、空隙3形状、大きさ制御等、製造性が悪くなるばかりでなく、ディスプレイデバイスとしたとき光の散乱、吸収等により表示コントラストが十分にとれなくなる。検討の結果、表示用回転粒子1の粒子径が $5\sim 3000\mu\text{m}$ である場合、本発明の目的を十分に満たす事がわかった。

表示用回転粒子1を収納する空間は、少なくとも表示用回転粒子1の回りに誘電性液体4を満たす事ができる空隙3を持ち、かつ表示用回転粒子1が回転運動する事が出来るだけの大きさがなく

- 24 -

転粒子1を収納できる最小の球、つまり表示用回転粒子1の外接球の大きさと、空間3に収納できる最大の球、つまり空間3の内接球の大きさがある関係にあるときにはメモリ性は良好である。しかし、表示用回転粒子1の外接球あるいは空間3の内接球の大きさが容易に求まるのは表示用回転粒子1、空間3が規則的形状をしている場合に限られ、上記関係を求めるのは極めて困難である。そこで本発明者等はより実用的方法として第7図に示す様に表示用回転粒子1の投影像に外接する最小の円の直径 a と空間3の投影像に内接する最大の円の直径 b を用いる方法を探った。第8図は、 a と b の比 b/a とメモリ性との関係を示したものである。なおメモリ性とは、電界を取り除いた後、表示用回転粒子1がくり返し実験を行なって 10° 以上回転して静止した回数の割合で表わし0%のときメモリ性良好である。

空隙3は隣接する空隙と重なってはならず、かつ表示用回転粒子1は表示品質の上から稠密あるいはそれに近い程度に密に分散されなければなら

- 26 -

ない。また、空隙3が大きいと誘電性液体4による光の吸収、散乱により表示品質が悪くなる。メモリ性以外にもこれらの事から空隙3の大きさは小さい方が望ましい。メモリ性、表示品質及び回転性の上から鋭意検討の結果、先に記した表示用回転粒子1の投影像の最小外接円直径 a と、空隙3投影像の最大内接円直径 b との関係が、 $a < b \leq 4a$ となる様、より望ましくは、 $1.05a \leq b \leq 2.5a$ となる様に制御する必要がある事を確認した。

表示用回転粒子1は、その表面が2つ以上の色の異なる領域を持つ様に調整される。一般には、表示用回転粒子は、2領域すなわち半球に分割され、それぞれの領域はそれぞれ異なる色相及び／あるいは明度及び／あるいは彩度に調整されていれば良い。この場合、2色に色分けされた各領域の面積は、ディスプレイデバイスとしての表示品質、表示の見やすさの上から、自ずから上限と下限が存在する。理想的には、とりわけ表示用回転粒子1が球状の場合には、両領域の面積及び形状

- 27 -

2色に半球ずつ色分けしたとき、その2領域の面積 A 、 B の比 A/B が、表示品質とどのような関係にあるか示したものである。なお、ここで言う表示品質とは、表示用回転粒子1が一方の色を表示する様に電界を印加したとき、ぬり分け面積が不適切なために他の一方の表示色が観察されるかどうか、という観点で判断されるものであり、限度見本によりグレード付けして、その良否を比べている。多くの実験から、本発明者は2領域の面積の比 A/B が0.1以上、10以下の範囲、より望ましくは0.2以上、5以下の範囲にあれば、表示品質に問題を生じない事を確認した。また、表示用回転粒子1を2領域に色分けするとともに、各着色剤で帯電性能も制御する場合、着色（あるいは調整された色）面積の比 A/B は表示用回転粒子の運動、停止の性能の観点からも0.1以上、10以下の範囲にある事が望ましい。

また、この様に表示用回転粒子1表面を2色に色分けする場合、染料と顔料を組み合わせる方法、あるいは2種類以上の顔料あるいは染

料が完全に等しくなる様に、すなわち、完全に半球ずつに分割されるべきであるが、実際にはその様に色分けする事は極めて困難である。球体を半球ずつ色分けした場合、第9図に示す様に球体を回転したときにどちらか一方の色15しか見えず、他の一方の色が完全に隠蔽される位置が存在する場合、その時の色分けされるべき面積の大きさには、ある程度の自由度があり、どちらの色でもよい領域16が存在する。

本発明の表示用回転粒子1は極めて微細であり観察者も粒径に比し通常十分遠くに存在する（第10図）。この場合には上記の自由度は極めて小さい。しかし実際にはミクロンオーダーの表示用回転粒子1は、くり返し述べたように、空隙3、誘電性液体4とともに基体2中に分散、それも通常稠密に分散するという光学的には極めて複雑な構造をとる為、光の吸収、散乱、反射等により、表示用回転粒子1の色分け面積の比は、ディスプレイデバイスの表示品質あるいは表示の見易さの点からも十分妥協できる範囲が存在する。第11図は、表示用回転粒子1を

- 28 -

料を用いる方法等がある。これら2種以上の着色剤、染料、顔料は、色及び比重及び／あるいは電気的特性及び／あるいは磁気的特性等の異なる物を選び、表示用回転粒子1の主成分であるワックス状物質中に分散し、ワックス状物質を溶融状態に保持したまま重力、電気的な力、磁力、遠心力等を加える事により、表示用回転粒子1を2領域に色分けする事ができる。

発明の効果

以上の様に構成された本発明の粒子回転型ディスプレイは、平板あるいは薄膜状であり、メモリ性、表示品質、応答性、消費電力、視野角に極めて優れた特性を有す。本発明で使用する材料は特殊な物質でなく、また、機能部材の製造、あるいはデバイスの駆動にも特殊な方法を必要としない。電極間距離の制御もそれほどの精度を必要としない。その為、大面積化も極めて容易であり、かつ動作寿命も長く、更に安価でもある。更にまた、本方式のディスプレイは表示用回転粒子の色を自由に選べる為、偏光板無しでカラー化が可能であ

- 29 -

-734-

- 30 -

る。

実施例 1

三井ハイワックス100 P (三井石油化学工業(株))に酸化チタン、タイバークCR-50 (石原産業社製) 7wt%添加調整後、スプレードライヤー法により造粒し、篩分によって平均粒径50 μ の白色ワックス粒子を得た。この粒子の半球をカーボンブラックSpecial Black 5 (デグサ社製) 4wt%分散アルキド樹脂エナメルによってスプレー着色し、表示用回転粒子とした。この粒子のワデルの実用球形度 Ψw はいずれも、ほぼ1.0であり、また色分けされた2領域の面積比は、いずれも0.4~0.5であった。次いで、これらの表示用回転粒子を二液性RTVゴムKE103/Cat-103 (信越化学工業(株))に十分に分散後、コーターを用いて、厚さ1.0mm板状に調整後、25℃にて18時間放置硬化させ表示用回転粒子の分散したシリコンゴムの板を得た。

次いで、このシリコンゴムの板をシリコンオイルKF96 (信越化学工業(株))中に浸漬

し、約48時間放置後取り出し、表示用回転粒子分散パネルとした。このとき表示用回転粒子の回りにはシリコンオイルで満たされた球状の空隙が形成されており、表示用回転粒子の空隙内で回転等の運動が自由に出来た。空隙の投影像に内接する最大の円の直径 b は60~65 μ であった。更に表示用回転粒子分散パネルの表裏に透明電極を密着させディスプレイデバイスとし電場を印加したところ表示品質、応答性に極めて優れた性能を示した。また、本電子ディスプレイデバイスは、電源オフ後5ヵ月以上を経ても表示情報は完全に保存される事を確認した。

実施例 2

モービルワックス130 (モービル石油(株))にステアリン酸30wt%及び青色顔料PB-27 (大日精化工業(株)) 50wt%を分散調整後、造粒し、更に風力を利用して分級を行ない平均粒径30 μ の粒子を得た。この粒子をRTVゴムKE106/Cat-RG (信越化学工業(株))に室温にて分散後厚さ1.0mmの板状に調整し、70℃で

- 31 -

90分間加熱硬化させた。次いで、このシリコンゴムの板をガラス製の板に挟み、回転台の上に固定し、80℃下で遠心力を加えながら更に5分間加熱し、表示用回転粒子の分散したシリコンゴムの板を得た。更にこのシリコンゴムの板をシリコンオイルKF618 (信越化学工業(株))中に48時間浸し、表示用回転粒子分散パネルとした。このとき表示用回転粒子はほぼ完全な球状であり、また粒子の回りの空隙も球状であり、 $b=37\mu$ であった。この表示用回転粒子分散パネルに駆動電場印加手段を付与しディスプレイデバイスとしたところ表示品質応答性、メモリ性等に非常に優れた特性を示した。

実施例 3

モービルワックス135 (モービル石油(株))にHeartolan (β -Naphthol Benzoate) 1wt%、及び緑色顔料PG-36 (大日精化工業(株)) 45wt%を分散調整後、造粒、篩分し平均粒径100 μ の粒子を得た。この粒子をRTVゴムKE119 (信越化学工業(株))に分散後室温にて1

- 32 -

晩放置硬化させた。次いでこの粒子分散ゴム塊を90℃に加熱しながら遠心力を加えて色分けを行なった。冷却後このゴムを薄板状に切って表示用回転粒子を取り出した。この粒子の色分け面積比は0.4~0.5であった。これら表示用回転粒子を十分に洗浄した後実施例1と同様の処理を行ない表示用回転粒子分散シリコンゴムの板を得た。この板をフッ素変性シリコンオイルX-22-819 (信越化学工業(株))中に48時間浸け、表示用回転粒子分散パネルとし、更にディスプレイデバイスとして組んだところディスプレイとして優れた性能を示した。

実施例 4

サンワックスE-200 (三洋化成工業(株))を用いて実施例1と同様に処理して、粒径30~45 μ mの表示用回転粒子を得た。 $\Psi w=1.0$ であり、色分け面積比はいずれもほぼ0.5であった。この表示用回転粒子を用いて実施例1と同様の過程を経て、ディスプレイデバイスを組んだところディスプレイとして優れた特性を示した。

- 33 -

-735-

- 34 -

実施例 5

Fischer - Tropsh Wax FT - 150 に赤色顔料 Lake Carmine B (住友化学工業(株)) 10% を分散調整後、造粒、篩分し平均粒径150 μ の粒径を得た。この粒子を実施例3と同様に120℃下で遠心力を加えて色分けを行ない表示用回転粒子を得た。一方、機械的加工法により直径200 μ m の穴が一面に空けられた厚さ200 μ m のアクリル樹脂の板を用意し、各々の穴へ先の表示用回転粒子及びシリコンオイルKF96H (信越化学工業(株)) を入れ、上下を厚さ50 μ m のPETフィルムで挟んでシーリングし、表示用回転粒子分散パネルとした。この表示用回転粒子分散パネルを2枚重ね、更に透明電極を取り付けて、ディスプレイデバイスとしたところ、その表示機能は十分実用に耐えるものであった。

実施例 6

Fischer - Tropsh Wax FT - 100 H に赤色顔料ベンガラ1号50wt% を分散調整後、造粒、篩分し、平均粒径40 μ の粒子を得た。この粒子を実

施例3と同様、120℃下で遠心力を加える事によって色分けを行ない表示用回転粒子とした。これら粒子の Ψw はほぼ1.0であり、色分けの面積比は0.4~0.5であった。次いでこれらの表示用回転粒子を実施例1と同様の方法により、厚さ1.0mmのRTVゴムKE103 / cat-103 (信越化学工業(株)) 中に分散、硬化させた。この表示用回転粒子分散シリコンゴムの板をエタノール中に48時間浸漬したあとに取り出し表示用回転粒子分散パネルとした。このとき $b=48\sim52\mu$ であった。

実施例 7

鮮黄赤色顔料Lake Red GG (IG社製) によって着色されたカルナバワックスを実施例1と同様造粒、篩分し、平均粒径50 μ の赤色ワックス粒子を得た。この粒子の半球をスプレーガンを用いて、酸化チタン(タイバークCR-50) 5wt% 分散アルキド樹脂エナメルで着色し、表示用回転粒子とした。このとき、本粒子の Ψw はいずれもほぼ1.0であり、色分けされた面積の比はほぼ

- 35 -

0.5であった。

比較例 1

三井ハイワックス100 PにタイバークCR-50を7wt%分散調整後スプレードライヤー法により造粒し、白色ワックス粒子を得た。これら粒子の内、卵形、繭形、ひょうたん形等 $\Psi w<0.7$ 、粒径50~100 μ である粒子を選別し実施例1と同様の方法で半球を色分け面積比0.4~0.5になる様に着色して異形の表示用回転粒子を得た。次いでこれらの異形(球形でない)の表示用回転粒子を用いて、実施例1と同様の手順によって表示用回転粒子分散パネルを得た。異形表示用回転粒子の回りにはシリコンオイルで満たされた空隙が形成されており、空隙投影像内接円直径 b は、表示用回転粒子投影像外接円直径 a の1.2~2.0倍であった。この表示用回転粒子分散パネルに電極を付与し、電場を印加したところ、いずれの粒子も回転運動が極めて不安定であり、ディスプレイデバイスとしての表示品質を満足出来るレベルではなかった。

- 37 -

- 36 -

比較例 2

実施例3と同様の手順によって得たモービルワックス135を主成分とする平均粒径30 μ の表示用回転粒子をKE106 / Cat-RGに室温にて分散後、厚さ1.0mmの板状に調整し、50℃で30分間保った。次いでこの板をKF618中に48時間放置後取り出し表示用回転粒子分散パネルとした。表示用回転粒子の回りの空隙は、ほぼ球状であり、空隙投影像に内接する最大円の直径 b は約130 μ mであった。この表示用回転粒子分散パネルに電場を印加したところ表示用回転粒子の回転、停止の機能は良好であった。しかし電源オフとともに表示用回転粒子は空隙内をわずかの回転運動を伴いながら重力方向に移動してから停止するため、メモリ性に問題があった。

比較例 3

実施例1と同様の方法により得られた三井ハイワックス100 Pを主成分とする白色ワックス粒子を実施例1と同様Special Black 分散アルキド樹脂エナメルによってスプレー着色した。このとき

- 736 -

- 38 -

この表示用回転粒子の色分け面積比は、黒色部：白色部＝1：15であった。

本粒子を用いて実施例1同様の過程を経てディスプレイデバイスとして組んだところ表示用回転粒子の回転運動は極めて不安定であり、表示品質、応答性とも満足出来るレベルではなかった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による粒子回転型ディスプレイの構成を示す断面図、

第2図は、ディスプレイの分解斜視図、

第3図は、ディスプレイの表示用回転粒子分散パネル部の拡大図、

第4図は、表示用回転粒子の帯電特性を測定する装置の概要図、

第5図は、表示用回転粒子の運動を観察する装置の概要図、

第6図は、表示用回転粒子のメモリー性喪失の説明図、

第7図及び第8図は、各々表示用回転粒子と空隙の大きさ（形状）の関係を説明するための空隙

部拡大断面図及び大きさの比とメモリー性の関係を表わすグラフ、

第9図及び第10図は、表示用回転粒子の色分けと視感との関係の説明図、

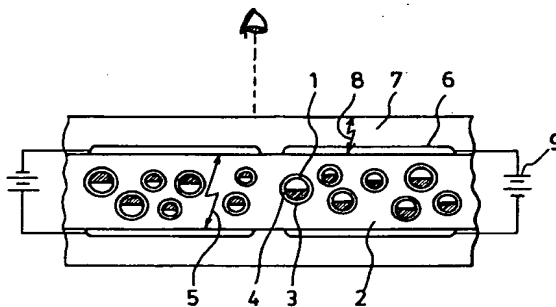
第11図は、色分け面積比と表示品質との関係を表わすグラフである。

図中符号：

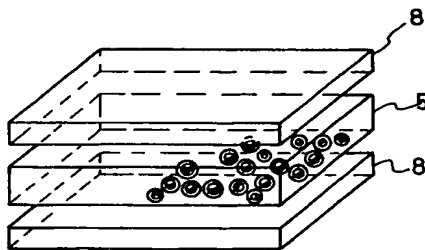
1…表示用回転粒子； 2…基体； 3…空隙（空間）； 4…誘電性液体； 5…表示用回転粒子分散パネル； 6…電極； 7…透明パネル； 8…透明電極； 9…電源； 10…観察者； 11…電極； 12…セル； 13…粒子； 14…穴； 15…2つに色分けした一方の色； 16…色分けに自由度のある領域。

代理人 弁理士 大 家 邦 久

- 39 -

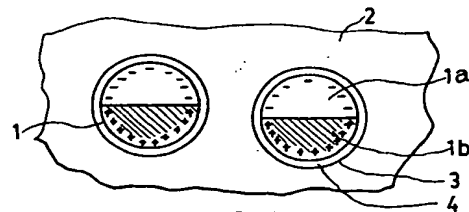


第 1 図

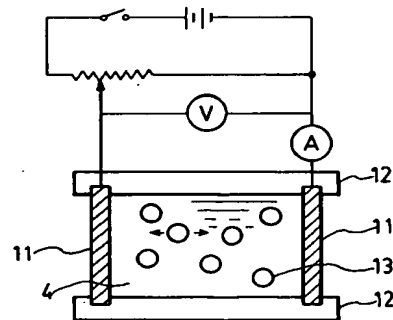


第 2 図

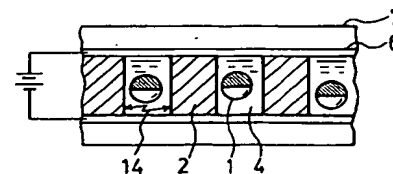
- 40 -



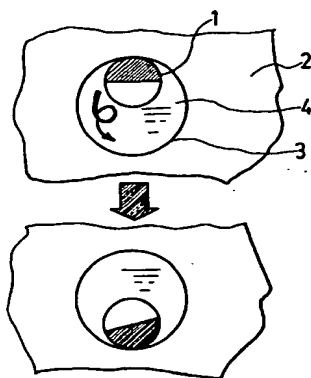
第 3 図



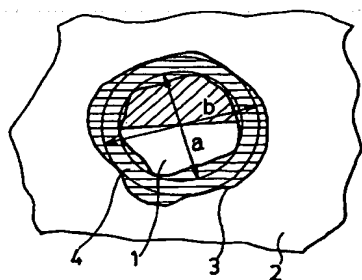
第 4 図



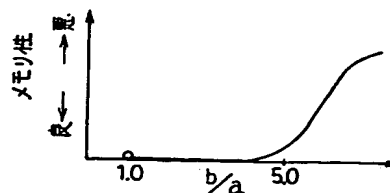
第 5 図



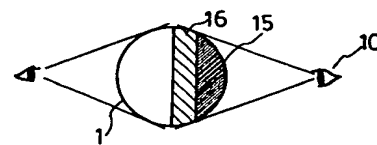
第 6 図



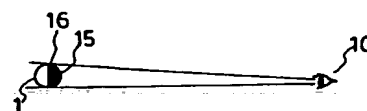
第 7 図



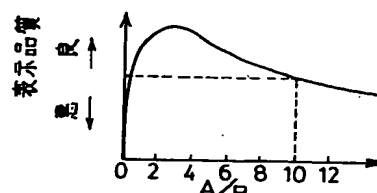
第 8 図



第 9 図



第 10 図



第 11 図

第 1 頁の続き

⑦発 明 者 重 廣 清

⑦発 明 者 ニコラス・キース・シ
エリドン

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社
海老名事業所内

アメリカ合衆国, カリホルニア州, サルトウガ, ブロック
トン・レイ 19285

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 6 年（1994）8 月 12 日

【公開番号】特開平 1 - 4 2 6 8 3

【公開日】平成 1 年（1989）2 月 14 日

【年通号数】公開特許公報 1 - 4 2 7

【出願番号】特願昭 6 2 - 1 9 8 0 3 0

【国際特許分類第 5 版】

G09F 9/00 6447-5G

G02F 1/09 A 8106-2K

手 続 補 正 書

平成 6 年 2 月 16 日



特許庁長官 麻生 誠 殿

1. 事件の表示

昭和 6 2 年特許願第 1 9 8 0 3 0 号

2. 発明の名称

粒子回転型ディスプレイ

3. 補正をする者

事件との関係：特許出願人

住 所 東京都港区赤坂 3 丁目 3 番 5 号

名 称 (849) 富士ゼロックス株式会社

代表者 宮 原 明 (外 1 名)

4. 代 理 人

住 所 〒 108 東京都中央区日本橋人形町 2 丁目 2 番 6 号

堀口第 2 ビル 7 階

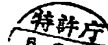
大 家 特 許 事 務 所 電話 03-3869-7714

氏 名 弁護士 (8108) 大 家 邦 久



5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄及び図面



6. 補正の内容

1. 明細書の発明の詳細な説明を以下の通り補正する。

(1) 明細書第 6 頁 10 ~ 11 行目の「電気液動ディスプレイ」を「電気泳動ディスプレイ」に補正する。

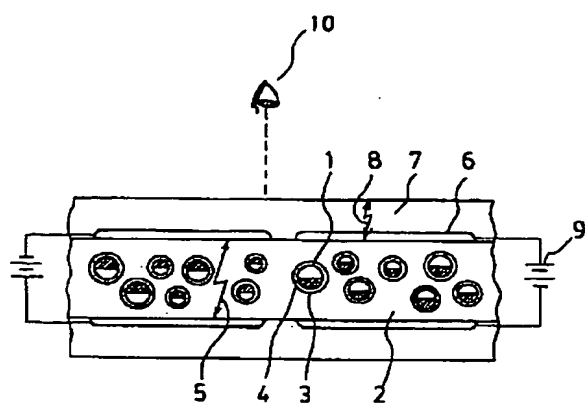
(2) 同第 7 頁 1 行目の「本発明者等は」を「我々は」に補正する。

(3) 同第 12 頁 13 行目の「電解方向に」を「電界方向に」に補正する。

(4) 同第 34 頁 19 行目の「を捨て、」を「を経て、」に補正する。

II. 図面の図 1 を別紙の通り補正する

以 上



第 1 図